



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 195 39 806 A 1**

51 Int. Cl. 6:
B 08 B 3/12
B 08 B 9/02
// B 08 B 3/02

21 Aktenzeichen: 195 39 806.8
22 Anmeldetag: 26. 10. 95
43 Offenlegungstag: 30. 4. 97

DE 195 39 806 A 1

71 Anmelder:
Hoffjann, Claus, Dipl.-Ing., 21037 Hamburg, DE;
Maier-Witt, Joachim, Dipl.-Ing., 22605 Hamburg, DE;
Zierold, Wolfgang, Dipl.-Ing., 22419 Hamburg, DE

74 Vertreter:
L. Meyer und Kollegen, 20354 Hamburg

72 Erfinder:
gleich Anmelder

58 Entgegenhaltungen:
DE-PS 6 23 106
DE 44 04 473 A1
US 43 54 515
US 42 34 980
US 6 46 545

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

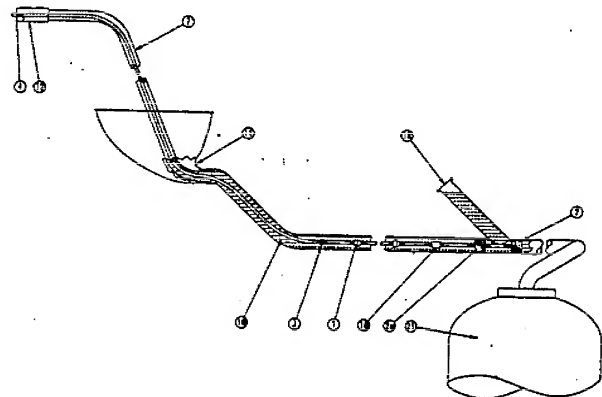
54 Verfahren zur Entfernung harter Ablagerungen in Rohrleitungen

57 Das mechanische Reinigen längerer Rohrleitungssysteme von harten Ablagerungen stößt auf vielerlei Probleme, so daß häufig chemische Verfahren angewendet werden, die hinsichtlich Arbeits- und Umweltschutz problematisch und teuer sind.

Das neue Verfahren soll die ambulante Rohrreinigung mit Hilfe von Ultraschall ermöglichen, ohne daß hierfür Veränderungen am Leitungssystem nötig sind.

Hierzu wird ein Zugverband (20), bestehend aus Dichtungsköpfen (2, 2a), einer daran angeschlossenen Kette von Ultraschall-Schwingerelementen (19) sowie einer Hochdruckdüse (3), durch eine vorhandene Leitungsöffnung (11) dem Leitungssystem zugeführt und hydraulisch in ihm vorangetrieben.

Das Verfahren eignet sich besonders zur Beseitigung von Harnsteinablagerungen in Abwasserleitungen, z. B. in Verkehrsflugzeugen, da es materialschonend operiert und ambulant angewendet werden kann, wozu keine Montagearbeiten am Leitungssystem notwendig sind. Es gewährleistet hohe Arbeitsplatzhygiene und zur Bedienung einer verfahrensgemäßen Vorrichtung ist nur eine Person erforderlich.



DE 195 39 806 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein ambulantes oder stationäres Rohrreinigungsverfahren, bei dem Ultraschall-Schwingererelemente mit Hilfe eines hydraulisch getriebenen Dichtungskopfes durch ein zu reinigendes Rohrleitungssystem gezogen werden, wobei durch die Ultraschallschwingungen Kavitationseffekte im Treibmedium ausgelöst werden, welche harte, kalkähnliche Ablagerungen im Rohr entfernen.

Die z.Z. eingesetzten Methoden zur Rohrleitungsreinigung lassen sich in mechanische und chemische Verfahren unterteilen. Zu den mechanischen Verfahren zählt der Einsatz von Fräsköpfen, das Molch-Verfahren und die Hochdruckreinigung. Verfahren dieser Art haben eine Vielzahl von Nachteilen:

Fräsköpfe können zur Beschädigung der Rohrleitung führen und sind zudem für den Abbau dünner Ablagerungen wenig geeignet. Molchverfahren benötigen Molch-Aufgabe- und Entnahmestationen, bzw. deren Anschlußmöglichkeiten an den jeweiligen Enden eines Leitungssystems. Entsprechende Molche sind z. B. durch PS DE 30 32 532 bekannt geworden. Das Molch-Verfahren kann bei harten Verkrustungen nicht eingesetzt werden, da sich ein üblicherweise aus elastomerem Material hergestellter Molch an harten Ablagerungen ohne jeden Reinigungseffekt vorbeiquetschen würde. Molche aus hartem Material hingegen neigen beim Kontakt mit festen Ablagerungen zum Stecken bleiben. Hochdruckreiniger sind für die Entfernung harter, anhaftender Verunreinigungen wenig geeignet sowie in ihrer Eindringtiefe beschränkt, so daß zur Reinigung langer, zusammenhängender Rohrleitungen diese an mehreren Stellen geöffnet werden müssen, um eine vollständige Reinigung zu gewährleisten. Durch diese Einschränkungen bei den mechanischen Verfahren werden zur Entfernung harter, kalkähnlicher Ablagerungen in Rohren häufig aggressive Chemikalien wie Säuren, Laugen und Lösungsmittel verwendet. Deren Einsatz stellt ein hohes Gesundheits- und Umweltrisiko dar und erfordert entsprechende Arbeitsschutzvorkehrungen. Die Entsorgung der Chemikalien ist problematisch und kostspielig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, welches eine materialschonende, ambulante Entfernung von harten Ablagerungen in Rohrleitungssystemen größerer Ausdehnung ohne den Einsatz aggressiver Chemikalien ermöglicht, ohne daß am Rohrleitungssystem zu diesem Zweck Veränderungen vorgenommen werden müssen.

Diese Aufgabe wurde erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß Ultraschall-Schwingererelemente zu einer Kette verbunden werden, an deren in Vortriebsrichtung vorderen Ende sich ein Dichtungskopf befindet, der die Rohrleitung abdichtet und durch ein Treibmedium in dieser vorangetrieben wird. Die Ultraschallschwinger befinden sich vollständig im Treibmedium und übertragen auf dieses ihre Schwingungen. An der Grenze zu festen Gegenständen wie z. B. den Ablagerungen im Rohr kommt es aufgrund des unterschiedlichen Schwingungsverhaltens von Gegenstand und Treibmedium zur Bildung von Vakuumbläschen, der sog. Kavitation. Die aus den Implosionen dieser Bläschen resultierenden Mikroströmungen zerstören die Ablagerungen.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt zum einen in der materialschonenden Vorgehensweise bei der Beseitigung harter Ablagerungen in Rohrleitungen, zum anderen in der ambulanten Einsatzmöglichkeit

und der möglichen Bedienbarkeit einer Vorrichtung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren durch eine einzelne Person. Ferner erfordert das erfindungsgemäße Verfahren keinerlei Montagearbeiten an dem zu reinigenden Rohrleitungssystem, wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung durch geeignete, vorhandene Leitungsöffnungen dem zu reinigenden Rohrleitungssystem zugeführt wird. Es ist umweltschonend, da keine aggressiven Chemikalien benötigt werden und ermöglicht darüber hinaus eine hohe Arbeitsplatzhygiene. Es ermöglicht die Reinigung von längeren Rohrleitungssystemen mit Rohrbögen und Abzweigungen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und des zum Betrieb einer verfahrensgemäßen Vorrichtung notwendigen Dichtungskopfes und Ultraschall-Schwingererelementes sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen erläutert:

Fig. 1 zeigt schematisch eine verfahrensgemäße Vorrichtung ohne Gerätestation sowie einen schematisierten, z. T. im Schnitt dargestellten Abschnitt eines Rohrleitungssystems einer Vakuum-Toilettenanlage für Verkehrsflugzeuge, in welches der Zugverband vollständig eingefahren ist.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt einer verfahrensgemäßen Vorrichtung mit nicht ausgefahrenem Zugverband.

Fig. 3 zeigt schematisch eine verfahrensgemäße Gerätestation.

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt der verfahrensgemäßen Versorgungsleitung.

Fig. 5 zeigt ein verfahrensgemäßes Ultraschall-Schwingererelement mit Versorgungsschlauchanschlüssen.

Fig. 6 zeigt einen halbseitig geschnitten dargestellten verfahrensgemäßen Dichtungskopf ohne Versorgungsschlauchanschlüsse mit halbseitig unverformten und halbseitig vortriebsmäßig verformten Lamellen.

Fig. 7 zeigt einen halbseitig geschnitten dargestellten verfahrensgemäßen Dichtungskopf mit Versorgungsschlauchanschlüssen und rückzugsmäßig verformten Lamellen sowie geöffnetem Ventil.

Ein aus gekoppelten Ultraschall-Schwingererelementen (1), zwei Dichtungsköpfen (2, 2a), einer Hochdruckdüse (3) und einer Versorgungsleitung (4) bestehender Zugverband (20) ist in einem Einführstutzen (7) und einem Versorgungsschlauch (4) dergestalt gelagert, daß die Dichtungsköpfe (2, 2a) aus dem Einführstutzen frei herausragen.

Wird der Einführstutzen in den Abfluß (11) einer Flugzeugtoiletenschüssel eingeführt, dichtet er radial gegen das Abflußrohr mit einer pneumatischen Ringdichtung (8) ab. Durch Aufblasen der Ringdichtung wird der Einführstutzen im Abflußrohr arretiert. Die Dichtungsköpfe (2, 2a) befinden sich nun innerhalb des Abflußrohres, wobei ihre Lamellen (23), deren Querschnitt größer ist als der Innenquerschnitt des Rohres, gegen die Vortriebsrichtung gestülpt werden (36) und sich aufgrund ihres elastomeren Materials an die Rohrinnenwand (41) anlegen. Das Treibmedium (10) — z. B. Wasser — wird von einer mobilen Gerätestation (13) über ein druckdichtes T-Stück (14) in einen Schlauch (12) gepumpt. Es gelangt über den Einführstutzen (7) in die Rohrleitung, wo es gegen den hinteren Dichtungskopf (2a) drückt und diesen vorantreibt, wobei der vordere Dichtungskopf (2) geschoben und der Ultraschall-Schwingerverband (19) hinterhergezogen wird. Aufgrund der gegenüber der benetzten Lamellenringfläche

(35) größeren benetzten Ventiltellerfläche (34) und der daraus resultierenden größeren hydraulischen Druckkraft auf dem Ventilteller sowie der vortriebshemmenden Eigenschaft der im Rohr verformten Lamellen (36) bleibt das Ventil (33), welches sich nur durch Zug öffnen läßt, während des Vortriebs geschlossen.

Die Versorgungsleitung (4) wird auf der Gerätestation (13) abgespult und durch den Schlauch (12) und den Einführstutzen (7) in die Rohrleitung geführt. Das Treibmedium (10) bildet ein in Vortriebsrichtung durch den Dichtungskopf begrenztes, geschlossenes Volumen, welches die Ultraschall-Schwingerelemente (1) während des gesamten Vortriebs vollständig umgibt. Die Kombination zweier Dichtungsköpfe (2, 2a) ermöglicht das Überwinden von an ihrem Ende verschlossenen Rohr-
abzweigungen (16), wobei der Abstand zwischen den Köpfen so gewählt wird, daß bei Annäherung des Zugverbandes an eine Rohrabzweigung sich stets ein Dichtungskopf vollständig im Rohr befindet. So ist eine ständige Abdichtung des zu reinigenden Rohres gewährleistet. Die Abzweigung (16) wird mit Treibmedium und Restluft verfüllt, woraufhin sich der hydraulische Vortrieb fortsetzt.

Die Reinigung der Rohre von kalkähnlichen Verunreinigungen — z. B. Harnsteinablagerungen — erfolgt durch Kavitation, welche durch Ultraschallschwingungen hervorgerufen wird. Hierzu wird ein Piezoelement (37) als Erreger mit einem Schwingungsleiter (38) verbunden, der z. B. stabförmig ist. Wird an das Piezoelement (37) eine Spannung angelegt, so gerät es in Schwingungen und überträgt diese an den Schwingungsleiter (38), der die Schwingungen an das ihn umgebende Treibmedium (10) abgibt. Eine möglichst radiale Ultraschall-Abstrahlung (40) wird durch Stabschwingerelemente erreicht, deren Schwingungsleiter (38) konisch geformt ist, so daß ein Teil der beim unverformten Schwingungsleiter nur axial abstrahlenden Ultraschallschwingung senkrecht zur Konusmantelfläche (39) erfolgt und somit radial auf die Rohrwand (41) trifft.

Eine am Ende der Schwingerkette angebrachte Hochdruckdüse (3) verstärkt den Reinigungseffekt. Hierbei durchströmt Hochdruckwasser (9) das die Düse umgebende Treibmedium (10), bevor es radial auf die Rohrwand (41) trifft. Die Versorgung mit Hochdruckwasser erfolgt durch die Versorgungsleitung (4), welche aus einem Hochdruckschlauch (5) besteht, in dem sich Elektroleitungen (6) für die Versorgung der Ultraschall-Schwinger sowie zur Datenübertragung befinden. Die Elektroleitungen werden dem Hochdruckschlauch über eine druckdichte Drehdurchführung im Zentrum der Schlauchtrommel (15) zugeführt.

Mittels eines Ultraschall-Empfängers (18) können reflektierte Ultraschallwellen empfangen und zur Bildverarbeitung genutzt werden.

Ein Aggregat zur Erzeugung von Hochdruckwasser und ein Frequenzgenerator sowie die Geräte zur Systemsteuerung und Ultraschall-Bildauswertung (13a) sind auf der Gerätestation (13) untergebracht.

Zur Beendigung des Reinigungsvorganges wird die Zufuhr des Treibmediums unterbrochen und die Schlauchtrommel (15) in Aufspulrichtung betrieben, woraufhin die Versorgungsleitung (4) den Zugverband (20) aus der Rohrleitung zurückzieht. Die Zugkräfte werden über die mit einem Schlauch (17) schubfest miteinander verbundenen Zentralkörper (22) auf die Dichtungsköpfe (2a, 2) übertragen. Lamellen (23), Distanzringe (28), Klemmringe (27), Hülse (24) und auf die Hülse aufgeschraubte Klemmscheiben (29) bilden eine Einheit,

welche auf dem Zentralkörper (22) axial beweglich ist. Die Lamellen halten aufgrund ihrer Verformung (36) den Dichtungskopf im Rohr fest, so daß sich bei einer Rückzugbewegung zunächst nur der Zentralkörper (22) relativ zu der Hülse (24) und gegen die Druckfeder (25) in Zugrichtung bewegt und den Ventilteller (26) von der Klemmscheibe (29) abhebt, wobei sich die gespannte Druckfeder (25) zwischen dem Bund (31) des Zentralkörpers (22) und der Klemmscheibe (29) befindet. So kann das mit zerstörten Ablagerungen durchsetzte Treibmedium durch die Bohrungen (30) der Klemmscheiben sowie die Bohrungen (32) des Zentralkörpers jedes einzelnen Dichtungskopfes gegen die Zugrichtung entweichen (33a), während die Dichtungsköpfe mit geöffnetem Ventil (33) aus der Rohrleitung zurückgezogen werden. Nach Entnahme des Zugverbandes wird das Vakuum-Toilettensystem aktiviert und das im Rohrsystem verbliebene Treibmedium in den Sammel-tank (21) gesogen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernung harter Ablagerungen in Rohrleitungen durch die Einwirkung von Ultraschall, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ultraschall-Schwingerelemente hydraulisch durch die zu reinigende Rohrleitung getrieben werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einer Hochdruck-Reinigungsvorrichtung kombiniert werden kann.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Ultraschall-Schwingerelemente zu einer Schwingerkette (19) verbunden sind, daß der hydraulische Vortrieb der Schwingerkette im Rohr durch ein Treibmedium (10) verursacht wird, welches gegen ein an der Spitze der Schwingerkette angebrachten Dichtungskopf (2a) drückt, daß der Dichtungskopf eine Abdichtung des zu reinigenden Rohres darstellt, daß der Dichtungskopf sich aufgrund des vom Treibmedium aufgebauten Drucks im Rohr fortbewegt und dabei die Schwingerkette mitzieht, daß alle Ultraschall-Schwingerelemente unabhängig von ihrer Position im zu reinigenden Rohr vollständig und gleichzeitig vom Treibmedium umgeben sind, so daß sie ihre reinigende Wirkung durch das Erzeugen von Kavitation im Treibmedium entfalten können.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingerkette und das Treibmedium auch durch solche Leitungsöffnungen (11) mittels eines dichtenden Einführstutzens (7) von außen dem zu reinigenden Rohrsystem zugeführt werden, welche ausschließlich zum Betrieb des Leitungssystems vorhanden sind und nicht speziell zur Aufnahme von Komponenten eines Verfahrens der oben beschriebenen Art dienen.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß reflektierte Ultraschallwellen empfangen und zur Bildverarbeitung genutzt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der aus Schwingerkette (19), Hochdruckdüse (3) und Dichtungskopf (2a) bestehende Zugverband (20) eine Versorgungsleitung (4) hinter sich herschleppt, durch welche die Ultraschall-Schwingerelemente mit elektrischer Energie

und die senkrecht auf die Rohrrinnenwand abstrahlende Reinigungsdüse mit Hochdruckflüssigkeit versorgt werden,
 daß die Versorgungsleitung (4) aus einem Hochdruckschlauch (5) zum Flüssigkeitstransport besteht, in welchem sich Elektroleitungen (6) befinden, die zur Stromversorgung und zur Datenübertragung dienen,
 daß die Versorgungsleitung ebenfalls durch den Einführstutzen (7) in das zu reinigende Rohrleitungssystem geführt wird,
 daß die Versorgungsleitung von einer mobilen oder ortsfesten Gerätestation (13) zugeführt wird und daß durch ein Aufspulen der Versorgungsleitung der Zugverband (20) wieder aus dem Rohrleitungssystem zurückgezogen wird,
 daß die Versorgungsleitung (4) und das druckbeaufschlagte Treibmedium (10) gemeinsam von einer ortsfesten oder mobilen Gerätestation (13) durch einen Schlauch (12) zum Einführstutzen (7) geleitet werden.
 7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß alle zu seiner Durchführung notwendigen Aggregate (13a) sowie das Treibmedium (10) auf einer oder mehreren mobilen Gerätestationen (13) stationiert sind und daß es sowohl stationär wie auch ortsunabhängig angewendet werden kann.
 8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß vor Inbetriebnahme einer erfindungsgemäßen Vorrichtung der Zugverband (20) in dem Einführstutzen (7) und dem Schlauch (12) gelagert wird,
 daß beim Einführen des Stutzens (7) in die Leitungsöffnung (11) dieser gegen die Leitung mit einer Ringdichtung (8) radial abdichtet, der Dichtkopf (2a) zwangsläufig in die Leitung eingeführt wird und der Einführstutzen (7) in dieser Lage arretiert werden kann, so daß beim Aufbau des hydraulischen Drucks der Einführstutzen (7) ortsfest bleibt, während der Dichtkopf (2a) durch das Treibmedium in das Rohrleitungssystem eingetrieben wird.
 9. Ultraschall-Schwingelement zum erfindungsgemäßen Betrieb einer Anlage gemäß eines Verfahrens nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß es Ultraschallwellen (40) radial auf die Rohrrinnenwandung (41) abstrahlt.
 10. Dichtungskopf, zum erfindungsgemäßen Betrieb einer Anlage gemäß eines Verfahrens nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß er ein Ventil (33) enthält, welches in geöffneter Stellung das Treibmedium in Vortriebsrichtung (33a) strömen läßt,
 daß die vom Treibmedium benetzte Ventiltellerfläche (34) größer ist als die vom Treibmedium benetzte Ringfläche (35) der Lamelle,
 daß eine Feder (25) das Ventil in geschlossener Stellung hält.
 11. Dichtungskopf nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß es sich um einen rotationssymmetrischen Körper handelt, auf dem mindestens drei Lamellen (23) aus elastomerem Material angebracht sind, welche einen größeren Durchmesser als das zu reinigende Rohr aufweisen und sich beim Einführen in das Rohr entgegen der Vortriebsrichtung kegelabschnittartig verformen (36), und deren Material elastisch genug ist, um harte Ablagerun-

gen an der Rohrrinnenwand zu überwinden und dabei hinreichend das Treibmedium in Vortriebsrichtung ab zudichten,
 daß die Lamellen von Klemmringen (27) mit jeweils zwei spitz zulaufenden Stirnflächen (27a) in ihrer Position fixiert werden,
 daß Distanzringe (28) aus flexiblem Material zur Unterstützung der Lamellen über den Klemmringen angebracht sind,
 daß die Einheit aus Lamellen, Klemm- und Distanzringen (23, 27 u. 28) auf den äußeren, den Klemmringen abgewandten Lamellenseiten von je einer Klemmscheibe (29) fixiert wird, deren lamelienseitige Stirnfläche mit einer radialen Zuspitzung (29a) versehen ist, die radial umlaufend angebrachte Durchgangsbohrungen (30) aufweist und auf eine Hülse (24) aufgeschraubt ist,
 daß die Hülse (24) coaxial zu einem Zentralkörper (22) angebracht ist und axial auf diesem beweglich ist,
 daß der Zentralkörper die Gestalt eines Rohres mit einem auf seiner Außenfläche mittig angebrachten Bund (31) hat, welcher ebenfalls radial umlaufend mit Durchgangsbohrungen (32) versehen ist,
 daß beide Enden des Zentralkörpers mit Außengewinde (31a) versehen sind.
 12. Dichtungskopf nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß er in doppelter Ausführung (2a) an der Spitze des Zugverbandes angebracht ist und beide Dichtungsköpfe durch einen Schlauch (17) schubfest miteinander verbunden sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

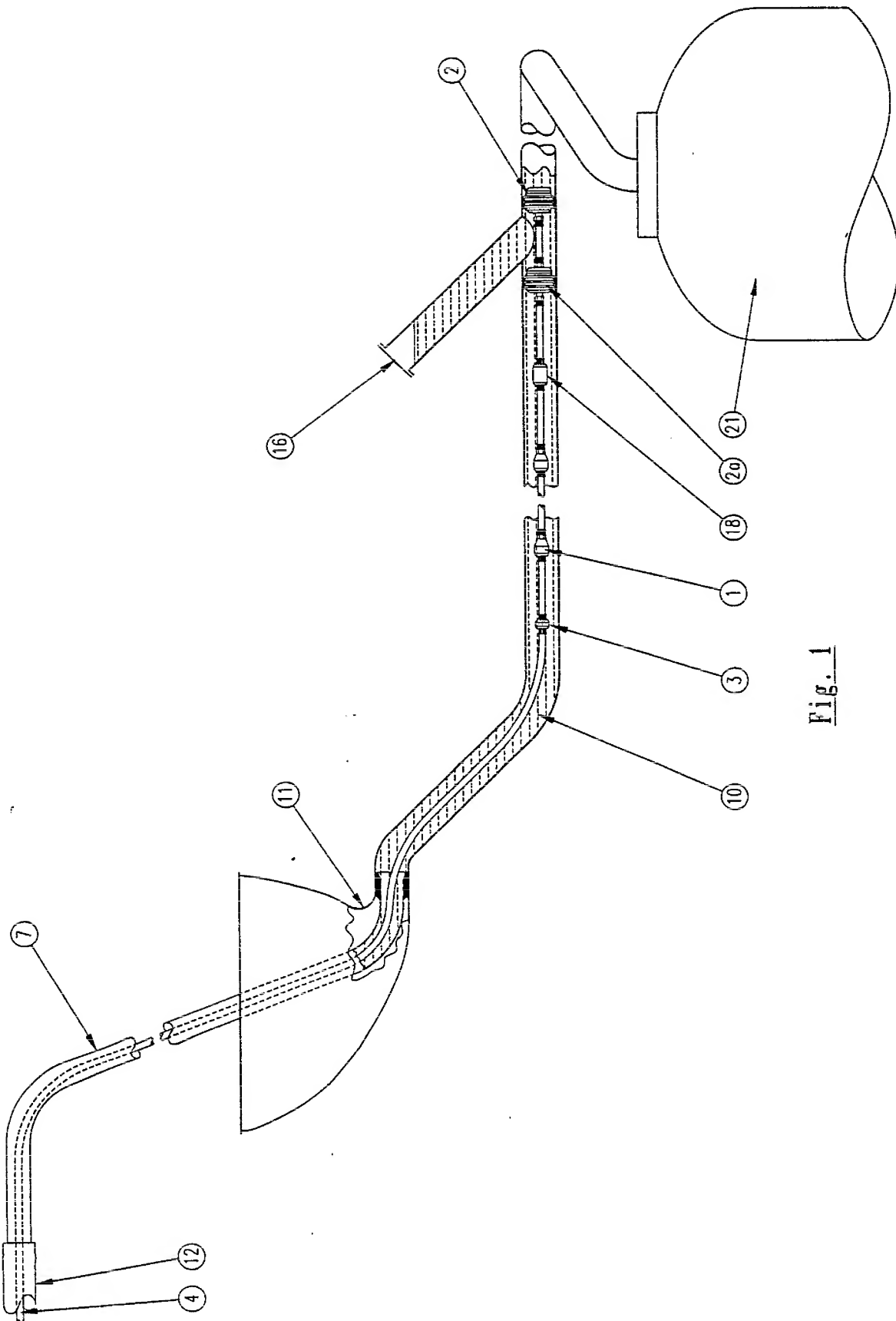


Fig. 1

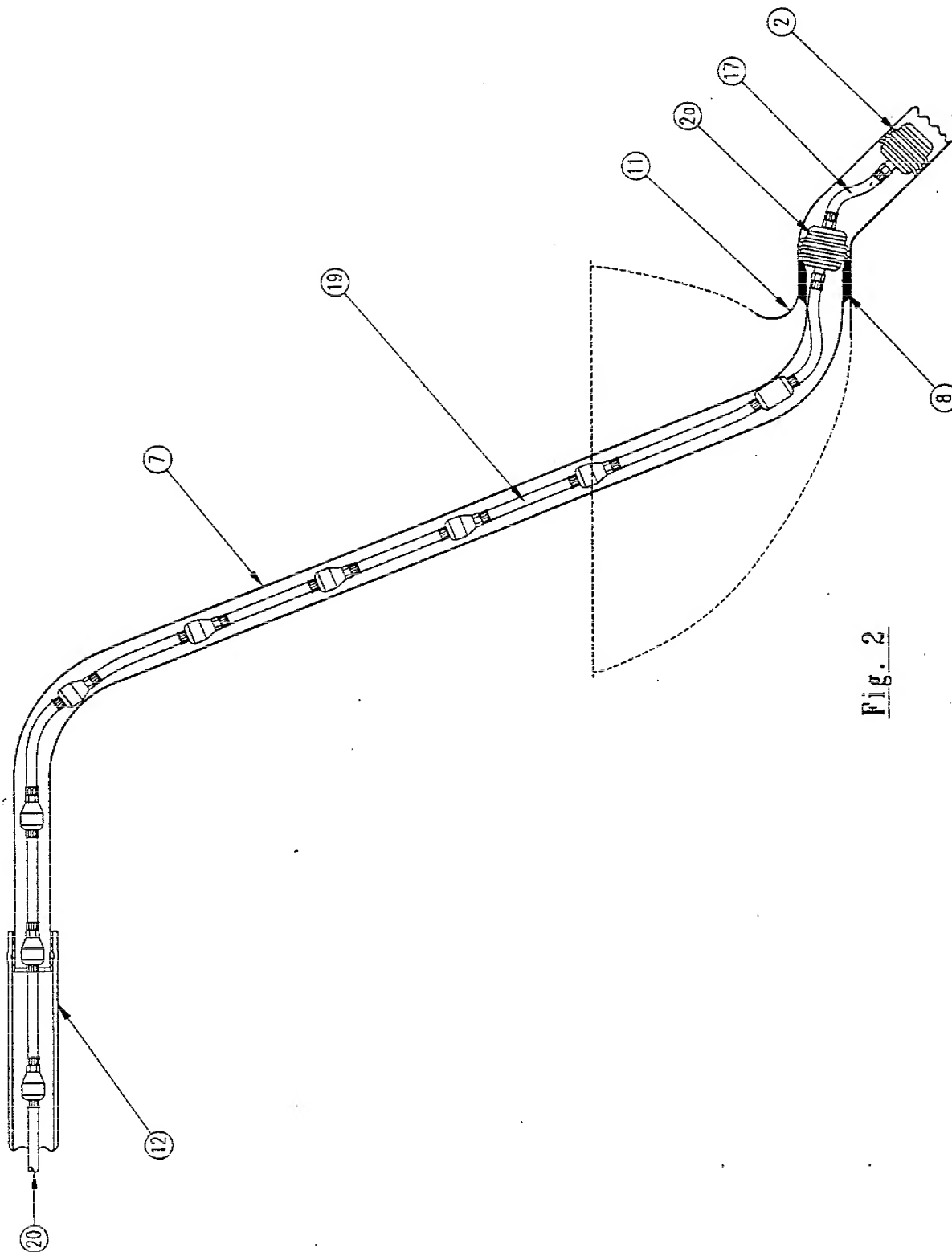


Fig. 2

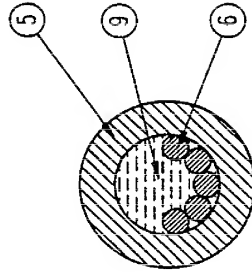


Fig. 4

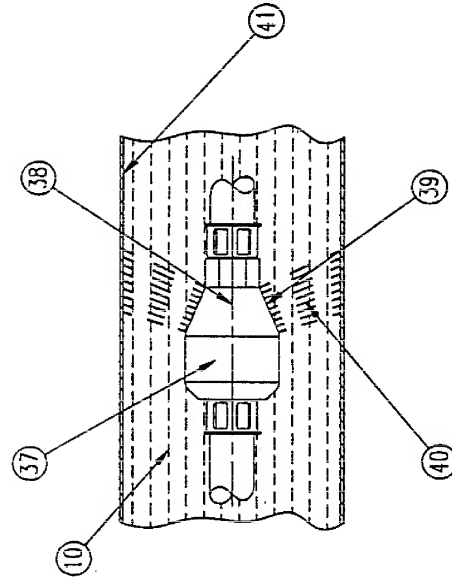


Fig. 5

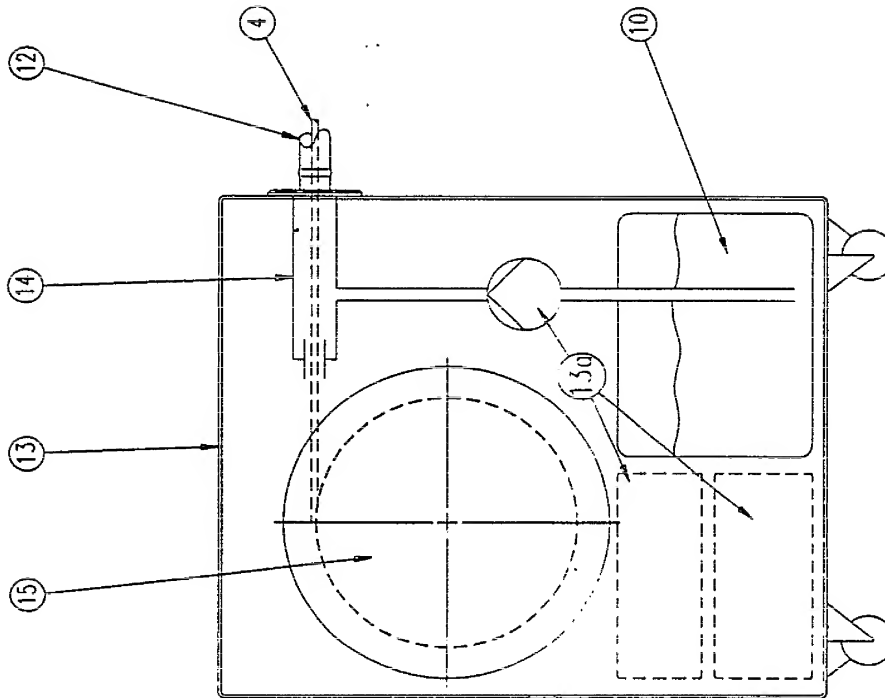


Fig. 3

